

有機導電聚合物觸摸屏

富士通與富士通研究所共同開發出一種可用於觸摸屏的有機導電聚合物薄膜，這種有機導電聚合物薄膜不僅兼有高導電性和高透明度，而且在耐環境特性方面也相當出色，目前已應用於觸摸屏制造。

這種有機導電聚合物觸摸屏在耐用性方面比傳統的ITO薄膜觸摸屏更勝一籌，使用壽命預計高出現有產品10倍以上。

背景

有機導電聚合物同時兼具高電子傳導性以及聚合物材料特有的易加工優點，因此在電解電容、電池和防靜電劑等方面得到廣泛應用。由於有機聚合物既有導電性又有成膜性，因此被用於柔性顯示器(Flexible Display)和新一代有機晶體管等的研發中。有機導電聚合物中部分具有良好的透光性，可用於觸摸屏或LCD等透明導電膜的制造。

由於可以直接在顯示畫面上輸入，作為簡單有效的輸入手段，觸摸屏廣泛應用於各種電子產品，最近一段時間以來，手機、數碼相機等便攜式設備也逐漸開始採納。在各種觸摸屏之中，電阻式觸摸屏，由於結構簡單、成本較低從而最為普及，市場前景廣闊。

電阻式觸摸屏的透明導電薄膜一直使用ITO（氧化銦錫），但是近年來ITO的原材料銦的穩定性供給令人擔憂，因而，替代材料的開發逐漸興起。其中作為用於觸摸屏的導電薄膜從性能、量產可能性、成本等方面綜合考量，有機導電聚合物成為替代材料的可能性最為看好。

富士通與富士通研究所認為，某些具有高透明度的有機導電聚合物在觸摸

屏用途上能夠充分發揮其性能，並針對觸摸屏用的透明導電薄膜進行了專項開發。目前，富士通已使這種採用有機導電聚合物薄膜的觸摸屏實用化，並開始樣品供貨。

觸摸屏用導電聚合物薄膜的開發

開發過程

表1所示為迄今為止開發成功的主要有機導電聚合物及其特點。

能夠滿足觸摸屏用透明導電薄膜所要求的特性，即透明性／導電性／耐環境特性等的有機導電聚合物是有限的。從它們當中，我們的開發工作著眼於能在空氣中穩定存在且透光率高的聚吩系導電性聚合物，把它均勻塗在PET薄膜上，制成電阻式觸摸屏用的透明導電薄膜。

圖1所示為開發成功的有機導電聚合物薄膜的構成。

電阻式觸摸屏，如圖2所示，是由平行放置的透明導電薄膜和透明導電基板組成。當手指或筆等按壓上部的透明導電薄膜時，薄膜與下部的透明導電基板在按壓點有一個接觸，觸點的坐標值通

過觸點各自的電阻值求出。該觸摸屏用透明導電薄膜所要求的特性，主要有如下幾個方面。

- 高透光性
- 表面均勻的導電性
- 針對按壓、筆點觸等機械壓力的耐用性
- 上下部透明導電薄膜接觸時的接觸穩定性
- 耐環境性（高溫、高濕、熱沖擊等）

將材料供應商提供的聚吩系導電性聚合物材料直接塗到PET薄膜上，並不能滿足上述要求。特別是在高溫高濕的環境中電阻容易變化，且接觸不穩定，所以耐濕性的改善已成為觸摸屏用材料的重要課題。

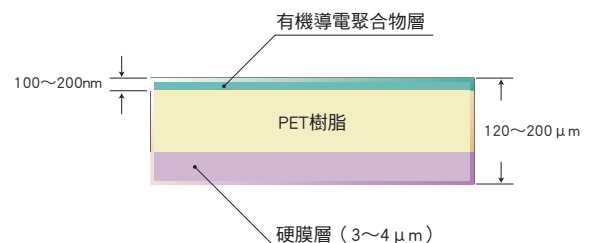
耐環境特性的提高

聚噻吩系導電聚合物，原本是水溶性的高分子，耐濕性差，在高溫高濕的環境中電阻值趨於增大。於是，通過加入與聚合物相互作用較強的特殊添加劑，有規則地排列導電性聚合物分子鎖，提高電阻值的穩定性，實現了有機導電聚合物所能達到的最高級別的耐濕性。

表1 有機導電聚合物的比較

有機導電聚合物	導電性 (S/cm)	穩定性	透明性	成膜型
聚噻吩系	100	◎	◎	◎
聚乙炔	50-500	× 在空氣中分解	×	○
聚苯胺(polyaniline)	10-50	○	○	○
聚吡咯(polypyrrole)	50-100	◎	×	×

圖1 開發出的有機導電聚合物薄膜的構成



成膜技術

有機導電聚合物薄膜的形成，採用了微凹印塗布（Micro Gravure Coating）技術。通過對塗布噴頭、塗布速度、乾燥溫度等因素進行最佳化調節，我們能夠在PET薄膜基材的表面上非常均勻地成膜，實現了觸摸屏用透明導電薄膜所要求的高度膜厚均勻性。

這種成膜方法，與濺射等幹性塗布不同，可以在空氣中進行處理，塗布所用的是有機導電聚合物的水溶液，而非有機溶劑，這種不損害環境的制造工藝也與環保意識相一致。

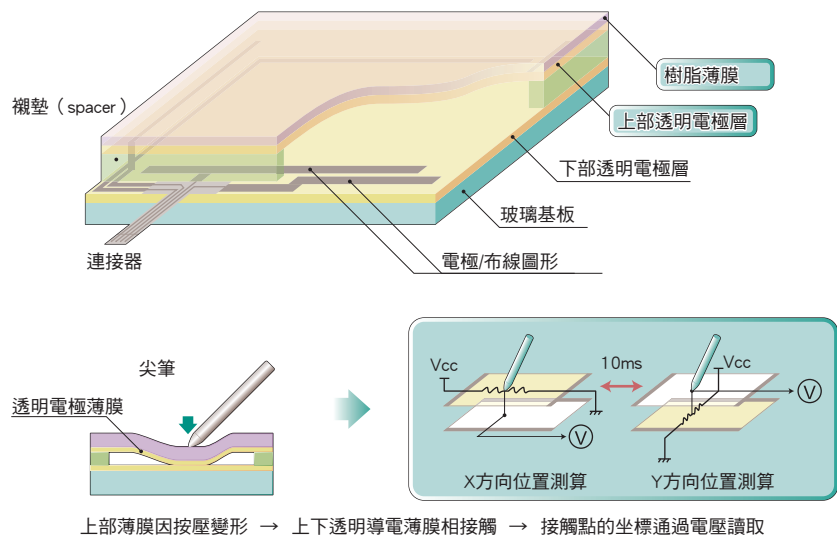
開發出的有機導電聚合物薄膜的特征

聚噻吩系的有機導電聚合物，在PET基材上形成薄膜時，成為略帶藍色的透明度高的導電性薄膜。

圖3所示為成功開發的有機導電聚合物薄膜的分光透過率。由圖可知，傳統的ITO的色調略微偏黃色，而有機導電聚合物薄膜有些略帶藍色，全光透過率在85%~90%，和普通的ITO相比基本相同。因此，實際上把它貼在觸摸屏的LCD等顯示畫面上時，基本上感覺不到差異。

有機導電聚合物薄膜的一個顯著特點是，它具有高分子材料特有的柔軟性，能夠與同為高分子材料的PET基板材料完美匹配，從而大大減少了由反復

圖2 電阻式觸摸屏的結構和檢測原理



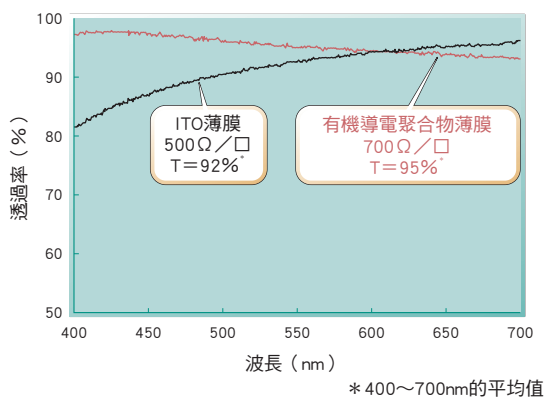
按壓彎曲造成的結構破壞或導電性變差等問題。ITO薄膜是在柔軟的PET薄膜上覆蓋一層易碎的陶瓷薄膜，由於薄膜的彎曲ITO薄膜上容易產生微小裂縫，裂縫部分的電阻值變化會增大。在這一點上，有機導電聚合物薄膜由於能夠隨著彎曲部位相應地彎曲伸展，因此在薄膜上施加諸如觸摸屏的按壓、筆點觸等機械壓力時，能夠表現出極大優勢。

**利用有機導電
聚合物薄膜開發
電阻式觸摸屏**

如前所述，我們認為新開發出的有機導電聚合物薄膜，適合作觸摸屏用的透明導電薄膜，並一直嘗試將其應用於電阻式觸摸屏。

電阻式觸摸屏根據其構成，可作如圖4所示的分類。此次共開發出兩種型號：薄膜-玻璃（FG）型和薄膜-薄

圖3 透明導電薄膜的分光透過特性



照片1 採用有機導電聚合物薄膜的電阻式觸摸屏

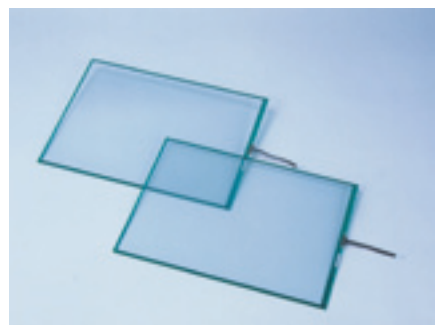
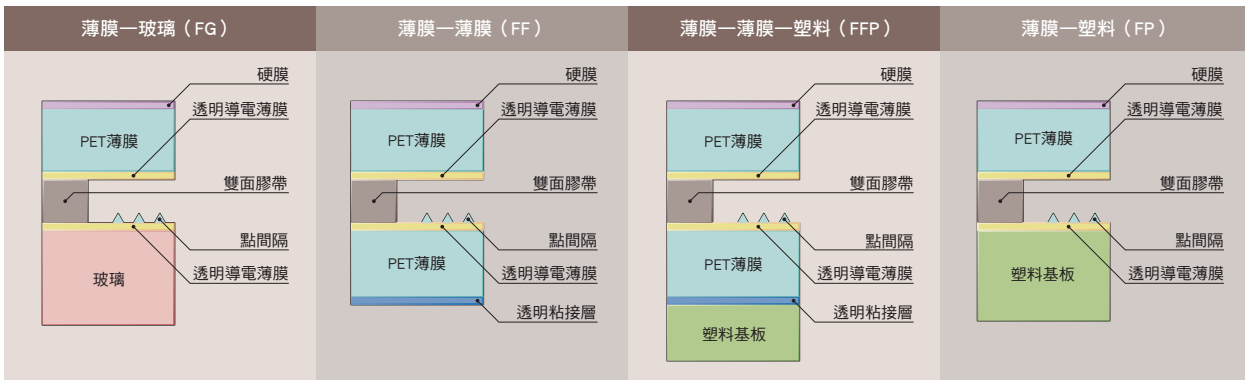


圖4 電阻式觸摸屏的種類（按構成）



膜-塑料 (FFP) 型的有機導電聚合物觸摸屏。FG型只是上側片材採用有機導電聚合物薄膜，玻璃基板則與以往相同採用ITO玻璃。而FFP型是上下側片材均採用有機導電聚合物薄膜，下側片材貼在塑料基板上。

下面將介紹FG型有機導電聚合物薄膜觸摸屏。在FG型試制時，玻璃基板使用了普通觸摸屏用的ITO玻璃。

高耐久性

有機導電聚合物薄膜，比ITO薄膜具有更高的對機械性壓力的耐久性，即使反復筆點觸和按壓也很少發生ITO薄膜導電性變差的問題，因而可以延長觸摸屏壽命實現高可靠性。

摸屏壽命實現高可靠性。

圖5是用試制的觸摸屏進行筆劃耐久性試驗的實例。用聚縮醛樹脂 (POM) 做成的R0.8尖筆，以負重4.9N (約500g) 的力量按壓觸摸屏的操作面，來回滑動並觀察其線性特征的變化。線性特征就是表示實際的輸入坐標和根據觸摸屏的輸出而計算出的坐標值之間的偏差，這個差值越小越好。試驗結果表明，在ITO薄膜上約2萬次左右開始出現劣化，7萬次左右已經超出規格，而在有機導電聚合物薄膜上20萬次還幾乎沒有呈現劣化。

圖6是通過SEM (掃描式電子顯微鏡) 觀察到的導電薄膜表面試驗前後的變化。

圖像。從圖像可以一目了然地看出，ITO膜表面在滑動20萬次後出現破裂，而在有機導電聚合物薄膜上雖然出現一些痕跡，卻沒有明顯的缺陷。由此有理由認為有機導電聚合物薄膜觸摸屏的線性特征在反復滑動後仍是穩定的。

我們還進一步進行了各種耐久性試驗，結果表明無論按壓試驗還是筆滑動試驗，有機導電聚合物薄膜觸摸屏的壽命能比ITO薄膜觸摸屏長出10倍以上。

綜上所述，有機導電聚合物薄膜的運用，可以實現觸摸屏對滑動和按壓等機械壓力的良好耐久性，以及恆久壽命和高可靠性。

圖5 觸摸屏的滑動實驗

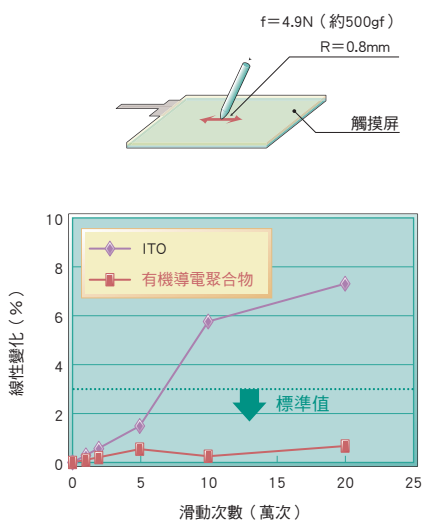
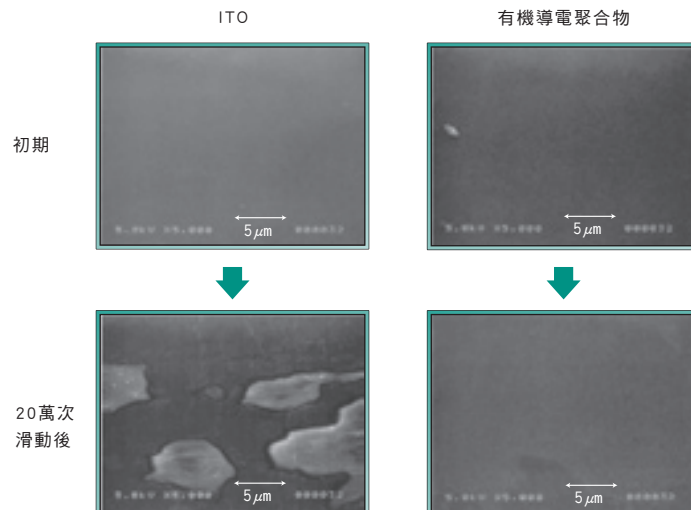


圖6 滑動實驗中導電薄膜表面的變化



耐環境特性

為測試觸摸屏試制品的耐環境特性，我們對其實施了高溫高濕條件下（60°C 95%RH）的保存實驗。試驗結果證實，經過500小時之後電阻變化很小，觸摸屏的基本性能參數線性特征和負荷輸入等幾乎沒有變化。並且，對紫外線的穩定性也屬可靠水準。通過以上的論述可以看出，使用有機導電聚合物薄膜的觸摸屏，在一般環境中完全不存在問題，因此可以期待它將適用更多的電子產品。

目前，我們正力求進一步提高耐濕性、全力開發滿足車載應用等更加嚴格的環境條件的產品。

表2為富士通開發出的有機導電聚合物薄膜觸摸屏的主要特性。按壓耐久性和筆觸劃壽命等機械壓力的耐久性，比ITO薄膜觸摸屏提高了10倍以上。並且，即使同樣是FFP型的觸摸屏，也比ITO薄膜觸摸屏更具耐久性。

未來的發展

通過有機導電聚合物薄膜的運用，我們開發出了耐久性超群的觸摸屏，並且計劃從耐久性要求較高的領域開始逐

步采用，與傳統的ITO薄膜觸摸屏形成共存互補的市場。今後在透過率等光學特性和耐濕性等環境特性方面，我們將竭力追求有機導電聚合物薄膜的更高性能化，致力於拓展更多的觸摸屏用途。

表2 有機導電聚合物觸摸屏（FG型）的主要規格

項目		規格
構成	薄膜部分	有機導電聚合物薄膜
	玻璃部分	ITO玻璃
初期特性	線性	1.5%以下
	輸入負荷	1.5N以下
	全光線透射率	80%標準 (blue)
耐久性	觸點耐久性 (指/2.45N)	3,500次以上萬按壓
	筆點觸耐久性 (筆/2.45N)	150萬字以上
	邊緣滑動 (筆/2.45N)	50萬次以上
	強滑動耐久性 (筆/4.9N)	20萬次以上
耐環境特性	高溫高濕條件下保存	60°C 95%RH/500小時
	耐UV性	累計光量 30,000kJ/m ²